

Arno Ruckelshausen, Andreas Meyer-Aurich, Wolfgang Lentz,
Brigitte Theuvsen (Hrsg.)

Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft

Fokus:

**Digitale Transformation –
Wege in eine zukunftsfähige Landwirtschaft**

Referate der 37. GIL-Jahrestagung

**06.-07. März 2017
in Dresden, Germany**

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings

Series of the Gesellschaft für Informatik (GI)

Volume P-268

ISBN 978-3-88579-662-6

ISSN 1617-5468

Volume Editors

Prof. Dr. Arno Ruckelshausen

Hochschule Osnabrück, Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik
49076 Osnabrück, Germany; Email: a.ruckelshausen@hs-osnabrueck.de

Dr. Andreas Meyer-Aurich

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam
14469 Potsdam, Germany; Email: ameyer@atb-potsdam.de

Prof. Dr. Wolfgang Lentz

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
01326 Dresden, Germany; Email: Lentz@htw-dresden.de

Brigitte Theuvsen

37073 Göttingen, Germany; Email: brigitte@theuvsen.de

• Series Editorial Board

Heinrich C. Mayr, Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, Austria
(Chairman, mayr@ifit.uni-klu.ac.at)

Dieter Fellner, Technische Universität Darmstadt, Germany

Ulrich Flegel, Infineon, Germany

Ulrich Frank, Universität Duisburg-Essen, Germany

Andreas Thor, HFT Leipzig, Germany

Michael Goedicke, Universität Duisburg-Essen, Germany

Ralf Hofestädt, Universität Bielefeld, Germany

Michael Koch, Universität der Bundeswehr München, Germany

Axel Lehmann, Universität der Bundeswehr München, Germany

Thomas Roth-Berghofer, University of West London, Great Britain

Peter Sanders, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Germany

Torsten Brinda, Universität Duisburg-Essen, Germany

Ingo Timm, Universität Trier, Germany

Karin Vosseberg, Hochschule Bremerhaven, Germany

Maria Wimmer, Universität Koblenz-Landau, Germany

Dissertations

Steffen Hölldobler, Technische Universität Dresden, Germany

Thematics

Andreas Oberweis, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Germany

© Gesellschaft für Informatik, Bonn 2017

printed by Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn



This book is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 License.

IT-gestützte Optimierung der Düngplanung in kleinen und mittleren landwirtschaftlichen Betrieben: Ein nachhaltiger Ansatz zur Steigerung des Betriebsergebnisses

Michael Wörle¹ und Tobias Gaugler²

Abstract: In kleinen und mittleren landwirtschaftlichen Betrieben erfolgt die Düngung aktuell zumeist lediglich in Form einer Standarddüngung. Im Rahmen des Beitrags wird ein Programm vorgestellt, das diese Betriebe dabei unterstützt, ihre Ertragsmenge bei gleichzeitiger Reduktion des Düngemitelesatzes zu erhöhen. Auswertungen einer Pilotphase sowie die aktuelle Anwendung legen nahe, dass sich mittels der softwareseitigen Optimierung eine Steigerung des Betriebsergebnisses im einstelligen Prozentbereich erzielen lässt.

Keywords: Düngplanung, Optimierung, Gewinnsteigerung, Kostensenkung, Nachhaltigkeit

1 Einleitung und Zielsetzung

Zur Erreichung der 2015 von den Vereinten Nationen verabschiedeten 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDG) spielt die Landwirtschaft eine bedeutende Rolle. Als Nahrungsmittelproduzent kann eine florierende Agrarwirtschaft zur Reduktion von globaler Armut und Hunger beitragen (Ziele 1, 2, 3 und 12). Gleichzeitig zeichnet sie jedoch verantwortlich für einen hohen Ressourcenverbrauch sowie oftmals umweltschädliche Emissionen [GA13], [UN16]. In diesem Kontext steht jeder einzelne Landwirt vor der Herausforderung, hohe Ernteerträge zu erzielen – und dies bei möglichst geringer Umweltbelastung. Einen bedeutenden Stellhebel stellt hierbei die Menge der individuell zum Einsatz kommenden Düngemittel dar [DE12]. Auf Deutschland bezogen können die pflanzenspezifisch benötigten Nährstoffmengen sowie die optimalen Düngzeitpunkte als wissenschaftlich hinlänglich beforscht angenommen werden [WD12].

Inwieweit dieses Wissen Anwendung in der Praxis findet, hängt oftmals von der Größe des landwirtschaftlichen Betriebs ab. Aufgrund ihres i.d.R. größeren finanziellen Spielraums können Großbetriebe auf Technologien wie die teilflächenspezifische Düngung (ISARIA-Sensor, CROP-Sensor) oder Online-Tools zur Düngplanung (Nextfarming.de, Yara Plan) zurückgreifen. Da der Einsatz dieser Innovationen kostenintensiv ist, ist ihre Anwendung jedoch für kleine bzw. mittlere landwirtschaftliche Betriebe, welche häufig im Nebenerwerb betrieben werden, kaum wirtschaftlich bzw. durch fehlende zeitliche

¹ Universität Augsburg, cand. M.Sc. Wirtschaftsingenieur, Dorfstr. 12, 86492 Egling, michael-woerle@web.de

² Universität Augsburg, Arbeitsgruppe „Märkte für Menschen“ Alter Postweg 101, 86159 Augsburg, tobias.gaugler@mrm.uni-augsburg.de

Kapazitäten in der Einarbeitung zu aufwendig. Im Resultat erfolgt die Düngung häufig lediglich in Form einer Standarddüngung. Da allein 50,4% aller landwirtschaftlichen Betriebe im Nebenerwerb arbeiten und mit einer Fläche von ca. 2,75 Mio. Hektar etwa 25% der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland bewirtschaften [SB13], wird deutlich, dass eine Verbesserung bei der Düngplanung gerade dieser Betriebe großes Verbesserungspotenzial birgt. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Forschungsfrage, wie kleine und mittlere landwirtschaftliche Betriebe dabei unterstützt werden können, ihren Düngemiteleinsatz aus ökonomischer und ökologischer Perspektive – und damit nachhaltig – zu verbessern.

2 Funktionalität und Leistungsumfang

Nachdem die Relevanz einer Düngungsoptimierung aufgezeigt wurde, soll ein Ansatz zur Schließung der Forschungslücke vorgestellt werden. Konkret handelt es sich um eine IT-gestützte Düngemittelplanung, bei deren Entwicklung ein Schwerpunkt auf Praxis-tauglichkeit gelegt wurde. Die Funktionalität der Software, die unter dem Namen OptiDung firmiert, wird in Abb. 1 visualisiert und im Anschluss textuell näher erläutert.

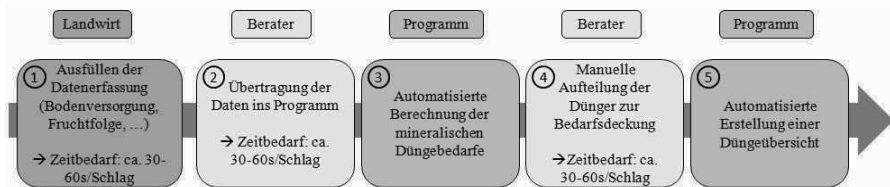


Abb. 1: Ablauf der Düngplanung mit OptiDung: Arbeitsschritte für Landwirt und Berater

Schritt 1: Als Basis für die Düngplanung dient eine schlagspezifische Datenerfassung. Hierbei macht der Landwirt Angaben zur Fruchtfolge, zur Ertragserwartung, zur organischen Düngung und zur Bodenart. Zudem werden Bodenuntersuchungsergebnisse berücksichtigt, welche innerhalb eines Intervalls von 6 Jahren im Labor bestimmt werden müssen. Je nach Nährstoffgehalt des Bodens gilt es, die Grunddüngung (N, P, K) anzupassen. Ziel ist es, eine bestmögliche Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen sicherzustellen, um Auswaschungen und unnötige Ausgaben für Dünger zu vermeiden. Erreicht wird dies in der Gehaltsklasse „optimal“. Ist die Versorgung höher als „optimal“, kann die Düngermenge reduziert werden; ist sie niedriger, gilt es, sie zu erhöhen [DE12].

Schritt 2/3: In diesem Schritt werden die optimalen mineralischen Düngebedarfe schlagspezifisch ermittelt. Der Berater hinterlegt die Daten zur Bodenversorgung im Programm und bearbeitet anschließend jeden Schlag auf Basis der Angaben des Landwirts. Die zugehörigen Berechnungen werden automatisiert durchgeführt. Das dem Programm zugrunde liegende Kalkulationsschema basiert auf Fachliteratur [WD12], [BR13] und empirischen Ermittlungen. Eingang finden hier (vgl. Abb. 2) der Grundbedarf an Nährstoffen der angebauten Kultur, die zuvor hinterlegte Bodenversorgung der jeweili-

gen Fläche, die Rücklieferungen von Nährstoffen über Nebenprodukte der Vorfrucht, die organische Düngung der angebauten Kultur sowie Zu- bzw. Abschläge (Bodenart/Bestandsentwicklung/langjährige organische Düngung). Der so ermittelte mineralische Düngbedarf wird vom Programm für Schritt 4/5 zwischengespeichert.³

	N	P	K
Grundbedarf Zuckerrübe	120 kg/ha	100 kg/ha	380 kg/ha
Einfluss Bodenversorgung	0 kg/ha	-55 kg/ha	0 kg/ha
Einfluss Vorfrucht	0 kg/ha	-20 kg/ha	-125 kg/ha
Einfluss organische Düngung	-55 kg/ha	-45 kg/ha	-115 kg/ha
Eigene Zu(+)/Abschläge(-)			
Mineralischer Düngbedarf	65 kg/ha	-20 kg/ha	140 kg/ha

Abb. 2: Kalkulationsschema zur Ermittlung des mineralischen Düngedarfs im Programm

Schritt 4/5: Die Düngemittelaufteilung sollte präzise und abhängig vom Pflanzenbedarf kalkuliert werden, da sich bereits geringe Abweichungen von der optimalen Stickstoffmenge negativ auf wichtige Pflanzeigenschaften und die Umwelt auswirken können [DE12]. Schritt 4 besteht also in der Auswahl geeigneter Mineraldünger, welche bzgl. ihrer Inhaltstoffe der zuvor berechneten mineralischen Düngemenge am besten entsprechen. Die Software übernimmt deren zeitliche Aufteilung bewusst nicht selbständig, da hier große regionale Unterschiede sowohl beim Klima als auch bei der Bodenart vorliegen können. Auch die Art der verwendeten Dünger wird vom Berater manuell festgelegt, da deren Verfügbarkeit regional stark variiert und so die Praxisrelevanz der Ergebnisse gewährleistet werden kann. OptiDung verfügt über eine zusammenfassende Ansicht, welche (ausgedruckt oder auch als PDF auf dem Handy nutzbar) flexibel alle Ergebnisse verfügbar macht. Zur Veranschaulichung zeigt Abb. 3, wie der im Beispiel ermittelte Düngbedarf in der Gesamtübersicht dargestellt wird.

			Düngervorschlag										
OPTIDUNG	Betrieb: Maier 2017		Kalium		Phosphor		1. Gabe		2. Gabe		3. Gabe		
	Empfehlungsjahr:												
	Fläche Name	Größe	Frucht	Dünger	dz/ha	Dünger	dz/ha	Dünger	dz/ha	Dünger	dz/ha	Dünger	dz/ha
	Beispielacker 1	6,38 ha	Zuckerrübe	Korn-Kali	3,5			Optifert	1,5				

Abb. 3: Ergebnis der Düngplanung mit OptiDung für einen Beispielbetrieb

Auf der Fläche „Beispielacker 1“ sollen vom Landwirt zur Frucht Zuckerrübe 3,5dz/ha eines Kali-Düngers ausgebracht werden, um den zuvor ermittelten Bedarf von 140kg/ha decken zu können. Da kein P benötigt wird, muss hier keine Düngung durchgeführt werden, der Überschuss von 20kg/ha kann im Folgejahr berücksichtigt werden. Bei N ist eine Gabenaufteilung möglich, welche sich an den Wachstumsstadien der jeweiligen Pflanze orientiert. Im Beispiel kann der Bedarf von Zuckerrüben exemplarisch mit der Gabe eines Stickstoffdüngers in Höhe von 1,5dz/ha gedeckt werden.

³ In Abbildung 2 ergibt sich so ein mineralischer Düngbedarf für Zuckerrüben von 65kg/ha N, -20kg/ha P und 140kg/ha K. Daten zu Nährstoffbedarfen bzw. Nährstoffrücklieferungen sind im Programm für jede Frucht hinterlegt und werden automatisiert eingefügt. Der Einfluss der Bodenversorgung ist abhängig von der Abweichung zum Optimalbereich (Beispielsweise führt eine hohe Bodenversorgung zur Reduktion des Grundbedarfs der angebauten Frucht um 50%.) Die organische Düngung kann durch betriebsindividuelle Untersuchungen oder durch Mittelwerte berücksichtigt werden.

3 Ergebnisse und Diskussion

Im Rahmen einer Pilotphase wurden OptiDung in den Erntejahren 2013 und 2014 auf 27,46 ha Fläche getestet und die beobachteten Erträge mit offiziellen Versuchsergebnissen verglichen. Da die gemessene Ertragssteigerung nicht im beobachteten Schwankungsbereich der Vorjahre liegt, kann davon ausgegangen werden, dass diese aufgrund des Einsatzes des Düngeplans eingetreten ist. Bei Weizen ergibt sich bei Berücksichtigung der oberen Toleranz ein Mehrertrag von ca. 1,5%; für Gerste ergibt sich ein Mehrertrag von 2,54% [NI14], [Wö14], [Am14]. Im gleichen Zeitraum konnte nach Bereinigung um Preisschwankungen eine mengenbezogene Düngeersparnis von 6,09% erzielt werden. Im Ergebnis zeigt sich, dass der Softwareeinsatz sowohl Ertragssteigerungen als auch Kostensenkungen zur Verbesserung des Betriebsergebnisses generieren kann. Das Programm ist inzwischen auf dem Markt verfügbar (www.optidung.de); es wurde bisher auf ca. 700 Hektar Fläche erfolgreich getestet und eingesetzt. Auf Einzelunternehmensebene kann der Einsatz von OptiDung somit zur Steigerung des Betriebsergebnisses eingesetzt werden. Auf gesamtgesellschaftlicher Ebene ergibt sich hieraus ein möglicher Anstieg der Nahrungsmittelproduktion bei gleichzeitiger Reduktion des Düngemiteleinsatzes. Sowohl die festgestellte Ertragssteigerung als auch die mögliche Reduktion der Düngemenge zeigen, dass das Programm einen Betrag zur gleichzeitigen Erreichung der eingangs dargestellten SDG leisten kann.

Literaturverzeichnis

- [Am14] Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Rosenheim (2014): Integrierter Pflanzenbau. Versuchsergebnisse und Beratungshinweise (2011-2014).
- [BR13] Benker M.; Röhling D. (2013): Ratgeber Pflanzenbau und Pflanzenschutz. Hg. v. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Münster.
- [DE12] Diepenbrock W.; Ellmer F. et al. (2012): Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, 3. Aufl., Stuttgart.
- [GA13] Garnett T.; Appleby M.C. et al. (2013): Sustainable Intensification in Agriculture: Premises and Policies, Science, 341, 6141, S. 33-34.
- [NI14] Nickl U.; Huber L. et al. (2014): Versuchsergebnisse aus Bayern 2011-2014. Faktorieller Sortenversuch Sommergerste, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL).
- [SB13] Statistisches Bundesamt (2013): Situationsbericht 2013 - Gr34-1.
- [UN16] United Nations (2016): Global Sustainable Development Report 2016, Department of Economic and Social Affairs, New York.
- [WD12] Wendland M.; Diepolder M. et al. (2012): Leifaden für die Düngung von Acker- und Grünland, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL).
- [Wö14] Wörle, M. (2014): Ertragsdaten des Betriebs Wörle aus den Jahren 2011-2014.